

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. Mai 2005 (12.05.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2005/043193 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01V 1/26,  
G04G 7/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/011649

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. Oktober 2004 (15.10.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 49 476.6 21. Oktober 2003 (21.10.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAIER, Rupert  
[DE/DE]; Jägersburger Str. 24, 91330 Eggolsheim (DE).  
SYKOSCH, Ralf [DE/DE]; Tulpenweg 1, 91365 Weilers-  
bach (DE). FOLTYN, Roman [DE/DE]; Strengenbergr.  
24, 90607 Rückersdorf (DE).

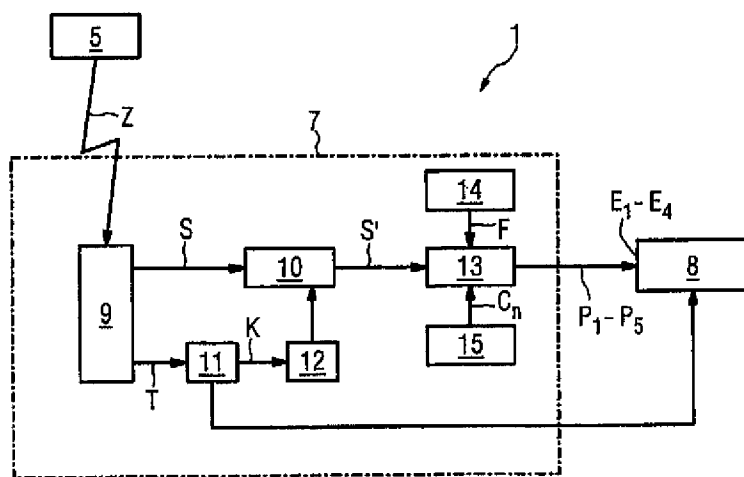
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TEMPORALLY PRECISE EXECUTION OF A MEASURING OR CONTROL ACTION, AND SYNCHRONISATION  
OF A PLURALITY OF SUCH ACTIONS

(54) Bezeichnung: ZEITGENAUE DURCHFÜHRUNG EINER MESS- ODER STEUERAKTION SOWIE SYNCHRONISATION  
MEHRERER SOLCHER AKTIONEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for the especially precise execution of a measuring or control action, and to an associated control appliance (7). A temporally periodical synchronisation signal (S,S') produced by a receiver (9) on the basis of a time reference signal (Z) is split into a number of switching intervals ( $I_n$ ) by means of a switching frequency (F) produced by a clock generator (14). A switching command ( $C_n$ ) is associated with each switching interval ( $I_n$ ) and triggers an associated switching process of the action. For the especially precise synchronisation of a plurality of measuring and control actions, each action is carried out by the cited method on the basis of a common time reference signal (Z).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

**(57) Zusammenfassung:** Es werden ein Verfahren zur besonders zeitgenauen Durchführung einer Mess- oder Steueraktion sowie ein zugehöriges Steuergerät (7) angegeben. Dabei wird ein von einem Empfänger (9) anhand eines Zeitreferenzsignals (Z) erzeugtes zeitlich periodisches Synchronisationssignal (S,S') mittels einer von einem Taktgeber (14) erzeugten Schaltfrequenz (F) in eine Anzahl von Schaltintervallen ( $I_n$ ) unterteilt, wobei jedem Schaltintervall ( $I_n$ ) ein Schaltbefehl ( $C_n$ ) zugeordnet wird, durch welchen ein zugehöriger Schaltvorgang der Aktion ausgelöst wird. Zur besonders präzisen Synchronisation mehrerer Mess- oder Steueraktionen wird jede Aktion durch das vorstehend beschriebene Verfahren unter Zugrundelegung eines gemeinsamen Zeitreferenzsignals (Z) durchgeführt.

## Beschreibung

Zeitgenaue Durchführung einer Mess- oder Steueraktion sowie Synchronisation mehrerer solcher Aktionen

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Durchführung einer Mess- oder Steueraktion sowie auf ein Steuergerät zur Ausführung dieses Verfahrens. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf ein Verfahren zur Synchronisation mehrerer Mess- und/oder Steueraktionen.

10

Als Messaktion wird ein Vorgang bezeichnet, bei welchem mittels eines Messgeräts Daten erhoben sowie gespeichert oder weitergeleitet werden. Als Steueraktion wird noch allgemeiner ein Vorgang bezeichnet, im Zuge dessen ein technisches Gerät zu irgendeiner Aktion, z.B. eine Bewegung, ein elektrischer Schaltprozess, etc. veranlasst wird.

15

Eine solche Mess- oder Steueraktion umfasst in der Regel eine Kaskade von einzelnen Schaltvorgängen wie beispielsweise das Anschalten einer Betriebsspannung, Aktivieren oder Deaktivieren eines Messkanals, Einlesen und Auslesen eines Speicherregisters, Veranlassen eines Datentransfers o. dergl.

20

Eine Vorrichtung, die eine Mess- oder Steueraktion eines technischen Geräts (insbesondere Messgeräts) auslöst oder veranlasst, wird als Steuergerät bezeichnet.

25

Als synchron werden zwei Aktionen bezeichnet, wenn der Ablauf beider Aktionen von der selben Zeitskala bestimmt ist. Im Sinne der obigen Definition müssen zwei synchrone Aktionen also nicht notwendigerweise gleichzeitig ablaufen. Wesentlich ist vielmehr, dass zwischen jedem Moment der ersten Aktion und jedem Moment der zweiten Aktion eine wohldefinierte und bestimmbare zeitliche Korrelation besteht.

30

35

- Es ist in der Praxis häufig erforderlich, eine Aktion zu einem bestimmten, exakt vorgegebenen Zeitpunkt durchzuführen oder zumindestens den Zeitpunkt, zu dem eine Aktion durchgeführt wird, exakt zu kennen. Dieses Erfordernis besteht vor allem dann, wenn mehrere, insbesondere in großem räumlichen Abstand voneinander angeordnete Geräte in enger zeitlicher Koordination zusammenarbeiten. Ein Beispiel hierfür sind seismographische Messverfahren.
- Bei einem solchen Verfahren wird üblicherweise mittels einer Vielzahl räumlich verteilter Erschütterungssensoren die Ausbreitung einer Schock- oder Druckwelle im Boden aufgenommen. Durch Vergleich der von verschiedenen Sensoren aufgenommenen Erschütterungsmuster ist es möglich, den Ort einer Erschütterungsquelle zu lokalisieren (z.B. Erdbebedetektion) oder durch Erzeugung künstlicher Erschütterungen Rückschlüsse über die Bodenstruktur zu gewinnen (seismographische Bodenuntersuchung). Die Aussagekraft eines solchen Untersuchungsverfahrens hängt maßgeblich davon ab, wie präzise die Erschütterungsmuster der einzelnen Sensoren miteinander zeitlich korreliert werden können. Hierfür ist es erforderlich, dass die von verschiedenen Sensoren durchgeführten Messaktionen in höchstem Maße synchron ablaufen.
- Vergleichbare Anforderungen an die Synchronisation von Messaktionen bestehen auch bei akustischen Messverfahren (Echolot etc.) sowie bei Untersuchungen des Schwingungsverhaltens einer mechanischen Konstruktion.
- Es ist üblich, eine Mess- oder Steueraktion durch eine Uhr zu "triggern", d.h. zu einem bestimmten Zeitpunkt auszulösen. Werden verschiedene Aktionen durch unabhängige Uhren getriggert, so sind diese Aktionen infolge des durch die Ungenauigkeit der Uhren verursachten Zeitunterschieds nur in beschränktem Maße synchron. Die Synchronität kann verbessert werden, indem die Uhren z.B. durch GPS-Signale oder Funkuhr-Signale abgeglichen werden.

Eine Zeitungenauigkeit, und damit verbunden ein Verlust an Synchronität, entsteht auch dadurch, dass eine Mess- oder Steueraktion in aller Regel kein zeitlich punktförmiger Vorgang ist, sondern infolge der Mehrzahl vorzunehmender Schaltvorgänge eine gewisse Zeitspanne in Anspruch nimmt. Die eigentliche Messung oder Ansteuerung findet daher zumeist nicht direkt bei Ausgabe eines Triggerbefehls statt, sondern zu einem späteren Zeitpunkt, der mit dem Trigger-Zeitpunkt nur vergleichsweise ungenau zeitlich korreliert ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, das auf einfache Weise eine besonders zeitgenaue Durchführung einer Mess- oder Steueraktion ermöglicht. Insbesondere soll auch ein geeignetes Steuergerät zur Durchführung dieses Verfahrens angegeben werden. Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur besonders präzisen Synchronisation zweier Mess- und Steueraktionen anzugeben.

Bezüglich des Verfahrens zur Durchführung einer Mess- oder Steueraktion wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Bezüglich des zugehörigen Steuergeräts wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 7.

Danach ist ein Empfänger vorgesehen, mit dem ein Zeitreferenzsignal empfangen und anhand des Zeitreferenzsignals ein zeitlich periodisches Synchronisationssignal erzeugt wird. Als Zeitreferenzsignal kann ein beliebiges Signal herangezogen werden, aus welchem eine Zeitskala ableitbar ist. Dieses Signal kann künstlichen Ursprungs sein, insbesondere ein GPS-Signal oder ein Funkuhrsignal. Als Zeitreferenzsignal kann aber auch ein natürliches Signal herangezogen werden. Beispielsweise wäre es bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Weltraum denkbar, den regelmäßig gepulsten Radiowellenausstoß eines Pulsars als Zeitreferenzsignal

heranzuziehen. Das Steuergerät umfasst weiterhin einen Taktgeber, durch welchen eine Schaltfrequenz erzeugt wird.

Das Synchronisationssignal und die Schaltfrequenz werden nun  
5 in einem Impulsteiler derart verknüpft, dass die Periode des Synchronisationssignals in eine Anzahl von Schaltintervalle unterteilt wird. Durch diese Schaltintervalle wird eine Ablaufsteuerung für die Mess- oder Steueraktion getaktet. Das bedeutet, dass eine hinterlegte Sequenz von Schaltbefehlen  
10 intervallweise abgearbeitet wird, so dass jedem Schaltintervall ein Schaltbefehl zugeordnet wird, der an das die Aktion durchführende Gerät ausgegeben wird und somit zum Zeitpunkt des Schaltintervalls einen entsprechenden Schaltvorgang der Aktion auslöst. Der Schaltbefehl kann insbesondere auch ein  
15 Leerbefehl sein, durch welchen kein expliziter Schaltvorgang ausgelöst wird, so dass der Status quo für die Dauer des zugeordneten Schaltintervalls aufrechterhalten wird.

Indem erfindungsgemäß das aus einer externen Zeitreferenz gewonnene Synchronisationssignal nach Unterteilung in Schaltintervalle direkt zur Ablaufsteuerung der Mess- oder Steueraktion herangezogen wird, wird eine besonders hohe Zeitauflösung erreicht. Ein entscheidender Vorteil des Verfahrens und des zugehörigen Steuergeräts liegt darin, dass jedem Schaltvorgang der Aktion über das zugewiesene Schaltintervall ein  
25 im Rahmen der Genauigkeit der Zeitreferenz exakter Zeitpunkt zugeordnet ist. Hierdurch kann der Zeitpunkt einer Messung oder Ansteuerung und deren gesamter Verlauf mit höchster Präzision bestimmt werden.

30

Bevorzugt ist der Empfänger ein GPS-Empfänger, der das weltweit empfangbare GPS-Signal aufnimmt. Solche Empfänger sind in vielfältigen Variationen kommerziell erhältlich. Als Synchronisationssignal wird hierbei zweckmäßigerweise das PPS  
35 (Puls pro Sekunde)-Signal herangezogen, das ein GPS-Empfänger häufig standardmäßig mit einer Präzision von bis zu ca. +/- 60 nsec ausgibt.

Zur Erhöhung der Präzision des Synchronisationssignals wird dieses bevorzugt vorlaufend durch einen Korrekturwert korrigiert. Allgemein enthält ein solcher Korrekturwert Informationen über den momentanen Zeitfehler des Synchronisationssignals. Dieser Fehler wird vor allem durch die endliche Laufzeit des Zeitreferenzsignals oder des Synchronisationssignals (infolge der endlichen Leitungslänge, etc.) sowie durch Ablenkungs-, Reflexions- oder Echoeffekte verursacht.

10

Ein GPS-Empfänger gibt geeignete Korrekturinformationen, aus denen ein solcher Korrekturwert (PFST-Wert) bezogen werden kann, häufig standardmäßig aus. Sowohl das PPS-Signal als auch der PFST-Wert sind in dem so genannten NMEA(National Marine Electronics Association)-Protokollstandard beschrieben. Das NMEA-Protokoll wird von vielen handelsüblichen GPS-Empfängern zur Datenausgabe verwendet. Durch Korrektur des PPS-Signals mit dem PFST-Wert lässt sich die Genauigkeit des PPS-Signals auf bis zu ca. +/- 10 psec erhöhen.

20

Als im Hinblick auf das Zeit-Präzisions-Verhältnis vorteilhafter Taktgeber wird bevorzugt ein Schwinquarz, insbesondere mit einer Zeitabweichung von  $\Delta t/t \leq 10$  psec/sec hinsichtlich der Schaltfrequenz verwendet.

25

Um das Steuergerät und das mit diesem durchzuführende Verfahren flexibel für eine Vielzahl verschiedener Mess- und Steueraktionen verwenden zu können, ist bevorzugt vorgesehen, dass die im Steuergerät hinterlegte Sequenz von Schaltbefehlen speicherprogrammierbar vorgegeben werden kann und somit an den jeweiligen Bedarf anpassbar ist.

30

Bezüglich eines Verfahrens zur Synchronisation mehrerer Mess- und/oder Steueraktionen wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 5.

35

Danach ist vorgesehen, dass jede der zu synchronisierenden Aktionen mittels des vorstehend beschriebenen Durchführungsverfahrens vollzogen wird. Zur Synchronisation der Aktionen reicht es dann aus, der Durchführung jeder Aktion ein gemeinsames Zeitreferenzsignal zugrunde zu legen. Sollen beispielsweise mehrere Messungen an unterschiedlichen Orten mittels des erfindungsgemäßen Durchführungsverfahrens oder des zugehörigen Steuergeräts ausgelöst werden, so sind diese Messungen automatisch synchronisiert, wenn alle Empfänger ihre Zeitreferenz aus dem GPS-Signal beziehen.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- 15 FIG 1 schematisch eine seismographische Messeinrichtung mit einer Anzahl von Messstationen,
- FIG 2 schematisch eine ein Steuergerät und ein Messgerät umfassende Messstation gemäß FIG 1 und
- FIG 3 ein vereinfachtes Funktionsschema des Steuergeräts
- 20 gemäß FIG 2.

Einander entsprechende Teile und Größen sind in den Figuren stets mit dem selben Bezugszeichen versehen.

25 In FIG 1 ist schematisch eine seismographische Messeinrichtung dargestellt. Diese Einrichtung umfasst eine Anzahl von Messstationen 1, die räumlich auf ein Messgebiet 2 verteilt angeordnet sind. Jede Messstation 1 ist über eine Datenübertragungsstrecke 3, die als Datenleitung oder drahtlose Übertragungsstrecke ausgebildet sein kann, mit einer Zentraleinheit 4 verbunden. In der Zentraleinheit 4 werden die von jeder Messstation 1 erhobenen Messdaten gesammelt und ausgewertet.

35 Jede Messstation 1 erhält ein Zeitreferenzsignal Z von einer Zeitreferenzquelle 5. Bei der Zeitreferenzquelle 5 handelt es sich um ein System mehrerer GPS-Satelliten. Da das GPS-Signal



weltweit zu empfangen ist, können die Messstationen 1 beliebig über die Erdoberfläche verteilt sein.

Schematisch in FIG 1 angedeutet ist ein Erschütterungszentrum 6, von dem aus sich eine Schockwelle W oder Erschütterungswelle im Boden ausbreitet. Das Erschütterungszentrum 6 ist beispielsweise das Epizentrum eines Erdbebens, der Ort einer Explosion, o. dergl. Das von der Schockwelle W verursachte lokale Erschütterungsmuster wird von jeder Messstation 1 aufgenommen und an die Zentraleinheit 4 übermittelt. Durch Analyse der verschiedenen lokalen Erschütterungsmuster kann dann anhand des Laufzeitunterschieds der Schockwelle W die geographische Position des Erschütterungszentrums 6 bestimmt werden. Um eine Fehlabschätzung der Position des Erschütterungszentrums 6 zu vermeiden, müssen die von den Messstationen 1 ermittelten lokalen Erschütterungsmuster zeitlich mit höchster Präzision miteinander korreliert werden.

Der Aufbau einer jeden Messstation 1 ist in einem schematischen Blockschaltbild in FIG 2 dargestellt. Danach umfasst die Messstation 1 ein Steuergerät 7 und ein Messgerät 8. Das Steuergerät 7 übernimmt die Ablaufsteuerung der Messung. Die eigentliche Messung, d.h. die Erhebung der Messdaten, wird dagegen von dem Messgerät 8 durchgeführt. Bei dem Messgerät 8 handelt es sich um einen Analog/Digital-Wandler oder ein analoges Messgerät. Im Allgemeinen, d.h. von dem beschriebenen Ausführungsbeispiel losgelöst, kann anstelle des Messgeräts 8 ein beliebiges technisches Gerät, insbesondere ein Schalter, ein Antrieb, ein Ventil etc. an das Steuergerät 7 angeschlossen sein.

Das Steuergerät 7 umfasst einen Empfänger 9, der zur Aufnahme des GPS-Signals als Zeitreferenzsignal Z geeignet ist. Der Empfänger 9 gibt ein so genanntes PPS(Puls pro Sekunde)-Signal aus, das als Synchronisationssignal S einer Korrektureinheit 10 zugeleitet wird. Das PPS-Signal enthält Sekundenpulse mit einer Genauigkeit von ca. 60 nsec. Der Empfänger 9 gibt

weiterhin ein Telegramm T an eine Recheneinheit 11 aus. Das Telegramm T ist ein Komplex von Daten, der u.a. Information über die geographische Position des Empfängers 9, die absolute Ortszeit, sowie einen so genannten PFST-Wert enthält.

- 5 Der PFST-Wert enthält Informationen darüber, um welche Zeitspanne ein Sekundenpuls des PPS-Signals infolge einer Bahnabweichung eines GPS-Satelliten oder infolge anderer Störeinflüsse wie Witterung, Verdeckung durch ein Flugzeug oder Leitungslängen am Empfänger 9 verfälscht ist.

10

Der PFST-Wert wird als Korrekturwert K einem Schieberegister 12 zugeleitet. Das Schieberegister 12 bestimmt anhand des Korrekturwerts K eine zeitlich variable Verzögerungszeit V, um welche das Synchronisationssignal S in der Korrektureinheit 10 verzögert wird. Die Korrektureinheit gibt ein durch diese Verzögerungszeit V korrigiertes Synchronisationssignal S' aus, dessen Sekundenpulse mit einer Genauigkeit von +/- 10 psec erfolgen. Dieses korrigierte Synchronisationssignal S' wird einem Impulsteiler 13 zugeführt.

20

Dem Impulsteiler 13 wird weiterhin die von einem Schwingquarz 14 als Taktgeber erzeugte Schaltfrequenz F zugeführt. Die Zeitabweichung der Schaltfrequenz F ist durch Auswahl eines entsprechend präzisen Schwingquarzes auf  $\Delta t/t \leq 10$  psec/sec festgelegt.

25

- In dem Impulsteiler 13 wird das Synchronisationssignal S', wie auch aus dem in FIG 3 dargestellten Funktionsschema hervorgeht, anhand der Schaltfrequenz F in eine Anzahl von gleichförmigen Schaltintervallen  $I_n$  ( $n=1,2,3,\dots$ ) unterteilt. Die Schaltfrequenz F liegt in dem für einen Schwingquarz typischen MHz-Frequenzbereich, so dass die Anzahl der Schaltintervalle  $I_n$  zwischen  $10^6$  und  $10^8$  pro Sekunde liegt.

- 35 Mit dem Ablauf der Schaltintervalle  $I_n$  wird nun intervallweise eine in einem Speichermodul 15 hinterlegte Sequenz von Schaltbefehlen  $C_n$  ( $n=1,2,3,\dots$ ) abgearbeitet. Eine solche

Frequenz von Schaltbefehlen  $C_n$  ist z.B. in der folgenden Weise kodifizierbar:

```
...  
5  "-"  
   "Messkanal 1 aktivieren"  
   "-"  
   "Betriebsspannung einschalten"  
   "-"  
10 "-"  
   "-"  
   "-"  
   "-"  
   "Messwert in Register lesen"  
15 "-"  
   "Betriebsspannung ausschalten"  
   "-"  
   "-"  
   "Messwert aus Register auslesen"  
20 "-"  
   ...
```

Diese beispielhafte Befehlssequenz ist in dem Funktionsschema gemäß FIG 3 bildhaft umgesetzt. Jeder Schaltbefehl  $C_n$  wird in Form eines geeigneten Steuersignals  $P_1$  bis  $P_5$  über einen zugehörigen Steuereingang  $E_1$  bis  $E_4$  dem Messgerät 8 zugeleitet und löst dort einen entsprechenden Schaltvorgang des Messgeräts 8 aus.

30 So wird entsprechend dem Schaltbefehl "Messkanal 1 aktivieren" während des Schaltintervalls  $I_2$  das Steuersignal  $P_1$  auf den Steuereingang  $E_1$  gegeben, und hierdurch der entsprechende Messkanal des Messgeräts 8 aktiviert.

35 Auf gleiche Weise werden durch Beschaltung des Steuereingangs  $E_2$  während des Schaltintervalls  $I_4$  die Betriebsspannung mittels des Steuersignals  $P_2$  eingeschaltet sowie während des

Schaltintervalls  $I_{12}$  durch das Steuersignal  $P_4$  wieder abgeschaltet. Zum Laden und Auslesen eines Speicherregisters des Messgeräts 8 werden entsprechend im Schaltintervall  $I_{10}$  das Steuersignal  $P_3$  auf den Steuereingang  $E_3$  und während des

5 Schaltintervalls  $I_{15}$  das Steuersignal  $P_5$  auf den Steuereingang  $E_4$  gegeben. Der Schaltbefehl "–/" steht für einen Leerbefehl, durch welchen keine unmittelbare Reaktion des Messgeräts 8 hervorgerufen wird. Er dient somit zur Überbrückung von Schaltpausen und zur zeitgenauen Positionierung der übrigen

10 Schaltvorgänge.

Wie aus FIG 3 zu erkennen ist, ist somit jedem Schaltbefehl  $C_n$ , und darüber jedem Schaltvorgang einer Mess- oder Steueraktion ein Schaltintervall  $I_n$  zugewiesen. Der Beginn dieses

15 Schaltintervalls  $I_n$  ist mit der Genauigkeit des Synchronisationspulses  $S'$  plus der Genauigkeit der Schaltfrequenz  $F$  pro Periode des Synchronisationssignals  $S'$  bestimmbar. Der Zeitpunkt eines jeden Schaltvorgangs des Messgerätes 8 während einer Mess- oder Steueraktion ist somit mit einer Genauigkeit

20 von  $\pm 20$  psec bestimmbar.

Zumal jeder Messstation 1 der in FIG 1 dargestellten Messeinrichtung ein gleich präzises Steuergerät 7 zugeordnet ist und zumal alle Messstationen 1 auf das gleiche Zeitreferenz-

25 signal  $Z$  zugreifen, sind damit die einzelnen Messungen der Messstationen 1 mit einer Genauigkeit von  $\pm 20$  psec synchronisiert.

Die im Speichermodul 15 hinterlegte Sequenz von Schaltbefehlen  $C_n$  ist beliebig programmierbar. Das Steuergerät 7 ist

30 dadurch einfach an eine Vielzahl von Mess- und Steueraktionen und an eine Vielzahl anzusteuender Geräte anpassbar.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung einer Mess- oder Steueraktion, bei dem ein von einem Empfänger (9) anhand eines Zeitreferenzsignals (Z) erzeugtes zeitlich periodisches Synchronisationssignal (S,S') mittels einer von einem Taktgeber (14) erzeugten Schaltfrequenz (F) in eine Anzahl von Schaltintervallen ( $I_n$ ) unterteilt wird, wobei jedem Schaltintervall ( $I_n$ ) ein Schaltbefehl ( $C_n$ ) zugeordnet wird, durch welchen ein zugehöriger Schaltvorgang der Aktion ausgelöst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Empfänger (9) ein GPS-Empfänger herangezogen wird, und dass als Synchronisationssignal (S,S') das von dem Empfänger (9) ausgegebene PPS-Signal herangezogen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Taktgeber (14) ein Schwingquarz herangezogen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Synchronisationssignal (S) fortlaufend durch einen Korrekturwert (K) korrigiert wird.
5. Verfahren zur Synchronisation mehrerer Mess- und/oder Steueraktionen, wobei anhand eines gemeinsamen Zeitreferenzsignals (Z) jede Mess- oder Steueraktion mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4 durchgeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Zeitreferenzsignal (Z) das GPS-Signal herangezogen wird.

7. Steuergerät (7) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einem Empfänger (9), der zur Erzeugung eines zeitlich periodischen Synchronisationssignals ( $S, S'$ ) anhand eines Zeitreferenzsignals ( $Z$ ) ausgebildet ist,  
5 mit einem Taktgeber (14), der zur Erzeugung einer Schaltfrequenz ( $F$ ) ausgebildet ist und mit einem Impulsteiler (13), der dazu ausgebildet ist, das Synchronisationssignal ( $S, S'$ ) anhand der Schaltfrequenz ( $F$ ) in eine Anzahl von Schaltintervallen ( $I_n$ ) zu unterteilen, jedem Schaltintervall ( $I_n$ ) einen  
10 Schaltbefehl ( $C_n$ ) zuzuordnen und zur Auslösung eines zugehörigen Schaltvorgangs an ein die Aktion ausführendes Gerät (8) auszugeben.

8. Steuergerät (7) nach Anspruch 7, d a d u r c h g e -  
15 k e n n z e i c h n e t , dass dem Impulsteiler (13) eine Sequenz von Schaltbefehlen ( $C_n$ ) speicherprogrammierbar vorgebbar ist.

FIG 1

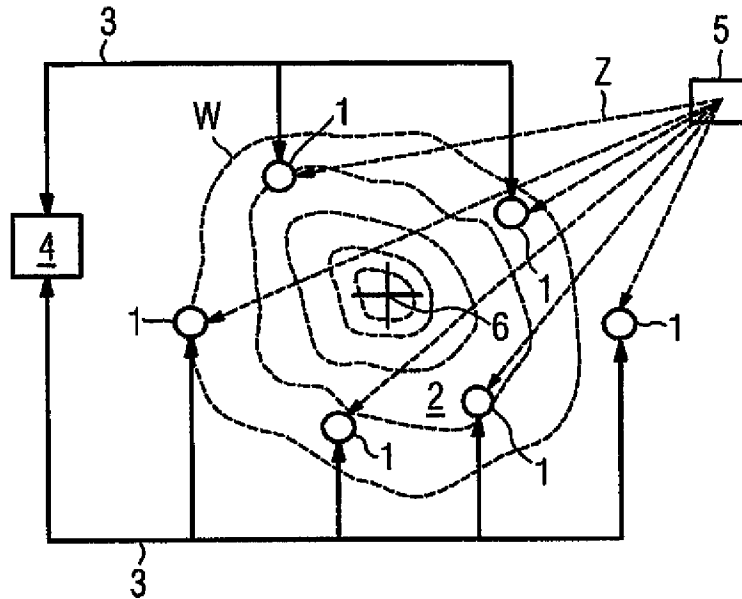
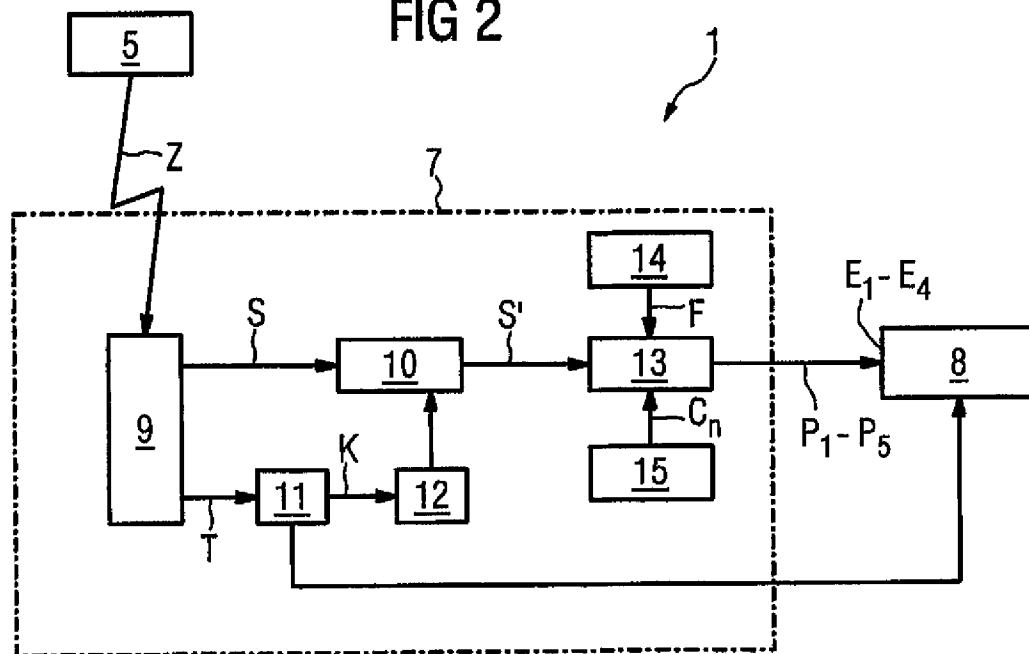
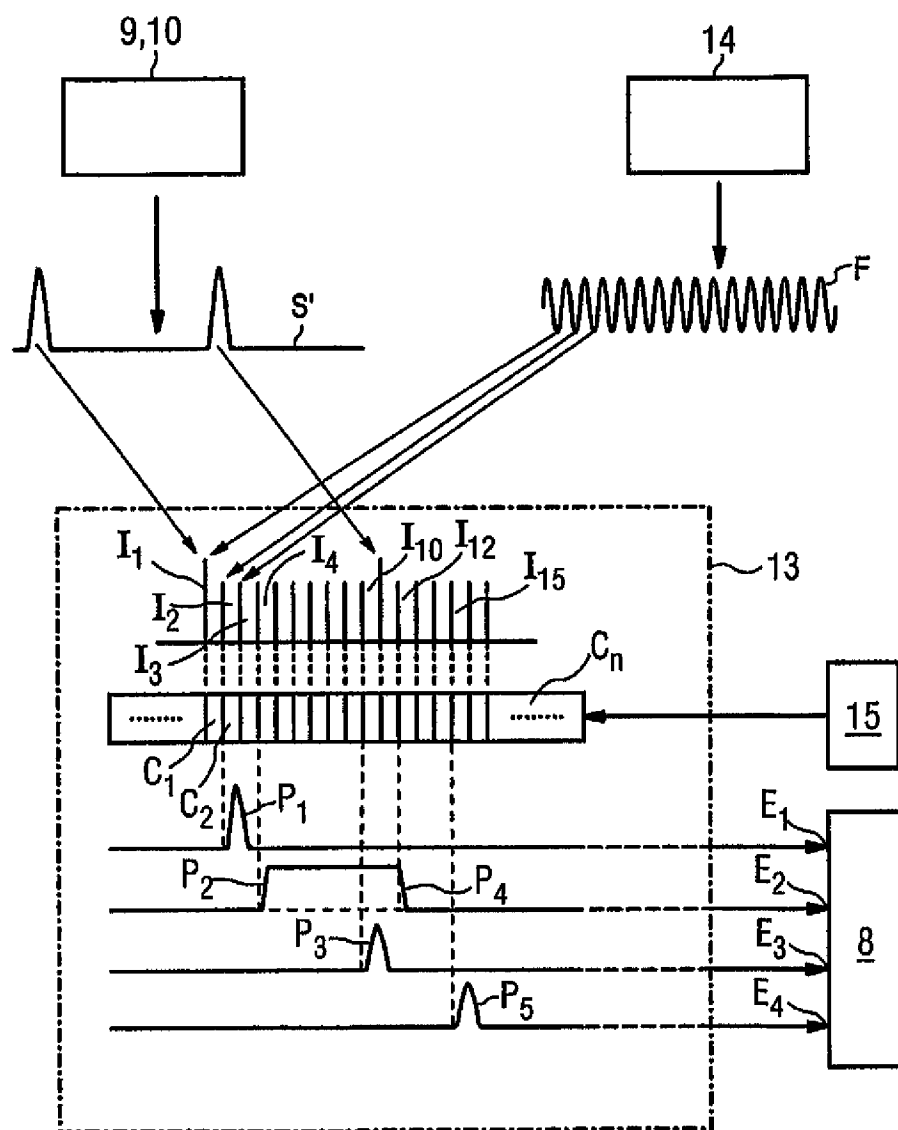


FIG 2



2/2

FIG 3





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP2004/011649

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01V1/26 G04G7/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G04G G01G G01V

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 650 981 A (JACOBSEN ET AL) 22 July 1997 (1997-07-22) column 8, line 21 - column 9, line 25; figure 4a	1-8
A	US 5 629 626 A (RUSSELL ET AL) 13 May 1997 (1997-05-13) column 20, line 57 - column 21, line 20; figures 28,29	1-8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 09, 4 September 2002 (2002-09-04) & JP 2002 148372 A (HAKUSAN KOGYO KK), 22 May 2002 (2002-05-22) abstract	1-8
-/-		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 March 2005

Date of mailing of the international search report

24/03/2005

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 apo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Peeters, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/011649

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 03/012480 A (FUMI, EUGENIO) 13 February 2003 (2003-02-13) figure 2	1-8
A	US 5 440 313 A (OSTERDOCK ET AL) 8 August 1995 (1995-08-08) abstract; figure 3	1-8
A	US 5 978 313 A (LONGAKER ET AL) 2 November 1999 (1999-11-02) abstract; figure 2	1-8
A	US 6 191 587 B1 (FOX ANTHONY CHARLES LEONID) 20 February 2001 (2001-02-20) column 7, line 56 - column 8, line 41; figure 4	1-8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/011649

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5650981	A	22-07-1997	AU 5867694 A GB 2289128 A NO 934132 A WO 9416344 A1	15-08-1994 08-11-1995 07-07-1994 21-07-1994
US 5629626	A	13-05-1997	NONE	
JP 2002148372	A	22-05-2002	JP 3403718 B2	06-05-2003
WO 03012480	A	13-02-2003	IT MC20010080 A1 WO 03012480 A1	03-02-2003 13-02-2003
US 5440313	A	08-08-1995	AU 6948494 A EP 0700527 A1 WO 9428433 A1	20-12-1994 13-03-1996 08-12-1994
US 5978313	A	02-11-1999	NONE	
US 6191587	B1	20-02-2001	AU 2563797 A JP 2000513809 T WO 9741457 A1	19-11-1997 17-10-2000 06-11-1997

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/011649

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 G01V1/26 G04G7/02		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RESEARCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G04G G01G G01V		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, PAJ		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 650 981 A (JACOBSEN ET AL) 22. Juli 1997 (1997-07-22) Spalte 8, Zeile 21 - Spalte 9, Zeile 25; Abbildung 4a	1-8
A	US 5 629 626 A (RUSSELL ET AL) 13. Mai 1997 (1997-05-13) Spalte 20, Zeile 57 - Spalte 21, Zeile 20; Abbildungen 28,29	1-8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2002, Nr. 09, 4. September 2002 (2002-09-04) & JP 2002 148372 A (HAKUSAN KOGYO KK), 22. Mai 2002 (2002-05-22) Zusammenfassung	1-8
-/--		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie         </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 15. März 2005		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 24/03/2005
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Peeters, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/011649

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 03/012480 A (FUMI, EUGENIO) 13. Februar 2003 (2003-02-13) Abbildung 2	1-8
A	US 5 440 313 A (OSTERDOCK ET AL) 8. August 1995 (1995-08-08) Zusammenfassung; Abbildung 3	1-8
A	US 5 978 313 A (LONGAKER ET AL) 2. November 1999 (1999-11-02) Zusammenfassung; Abbildung 2	1-8
A	US 6 191 587 B1 (FOX ANTHONY CHARLES LEONID) 20. Februar 2001 (2001-02-20) Spalte 7, Zeile 56 - Spalte 8, Zeile 41; Abbildung 4	1-8

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Abkürzungszeichen

PCT/EP2004/011649

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5650981 A	22-07-1997	AU 5867694 A GB 2289128 A NO 934132 A WO 9416344 A1	15-08-1994 08-11-1995 07-07-1994 21-07-1994
US 5629626 A	13-05-1997	KEINE	
JP 2002148372 A	22-05-2002	JP 3403718 B2	06-05-2003
WO 03012480 A	13-02-2003	IT MC20010080 A1 WO 03012480 A1	03-02-2003 13-02-2003
US 5440313 A	08-08-1995	AU 6948494 A EP 0700527 A1 WO 9428433 A1	20-12-1994 13-03-1996 08-12-1994
US 5978313 A	02-11-1999	KEINE	
US 6191587 B1	20-02-2001	AU 2563797 A JP 2000513809 T WO 9741457 A1	19-11-1997 17-10-2000 06-11-1997